

Family list

34 family members for:

JP6124913

Derived from 29 applications.

- 1 Laser process**
Publication info: **CN1076864B B** - 2001-12-26
CN1087750 A - 1994-06-08
- 2 Laser process**
Publication info: **CN1108225B B** - 2003-05-14
CN1128193 A - 1996-08-07
- 3 Method for manufacturing semiconductor device with semiconductor layer**
Publication info: **CN1139105C C** - 2004-02-18
CN1284742 A - 2001-02-21
- 4 Laser machining device irradiating semiconductor layer with laser beam**
Publication info: **CN1350322 A** - 2002-05-22
- 5 Manufacturing method of semiconductor**
Publication info: **CN1414604 A** - 2003-04-30
- 6 Manufacturing method of semiconductor device**
Publication info: **CN1414615 A** - 2003-04-30
- 7 Miter saw.**
Publication info: **DE69318235D D1** - 1998-06-04
- 8 Miter saw.**
Publication info: **DE69318235T T2** - 1999-01-28
- 9 Miter saw.**
Publication info: **EP0585841 A1** - 1994-03-09
EP0585841 B1 - 1998-04-29
- 10 BENCH CIRCULAR SAWING MACHINE**
Publication info: **JP2613156B2 B2** - 1997-05-21
JP6071603 A - 1994-03-15
- 11 LASER TREATMENT**
Publication info: **JP6124913 A** - 1994-05-06
- 12 LASER PROCESSING APPARATUS**
Publication info: **JP2000357667 A** - 2000-12-26
- 13 MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR FILM**
Publication info: **JP2001015449 A** - 2001-01-19
- 14 LASER TREATMENT APPARATUS**
Publication info: **JP2001023921 A** - 2001-01-26
- 15 MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**
Publication info: **JP2001044131 A** - 2001-02-16
- 16 MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**
Publication info: **JP2001060562 A** - 2001-03-06
- 17 LASER PROCESSING APPARATUS**
Publication info: **JP2004186704 A** - 2004-07-02
- 18 A LASER PROCESSING APPARATUS**
Publication info: **KR169872 B1** - 1999-02-18
- 19 METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE**
Publication info: **KR169945 B1** - 1999-02-18
- 20 LASER PROCESS APPARATUS**
Publication info: **KR203981 B1** - 1999-06-15

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

Family list

34 family members for:

JP6124913

Derived from 29 applications.

- 21 A METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE**
Publication info: **KR261852 B1** - 2000-07-15
- 22 A METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE**
Publication info: **KR261853 B1** - 2000-08-01
- 23 LASER PROCESS**
Publication info: **KR9705141 B1** - 1997-04-12
- 24 Miter saw**
Publication info: **US5392678 A** - 1995-02-28
- 25 Laser process**
Publication info: **US5858473 A** - 1999-01-12
- 26 Laser processing apparatus**
Publication info: **US5897799 A** - 1999-04-27
- 27 Laser processing apparatus having beam expander**
Publication info: **US5968383 A** - 1999-10-19
- 28 Method of manufacturing a semiconductor device by using a homogenized rectangular laser beam**
Publication info: **US6002101 A** - 1999-12-14
- 29 Method of manufacturing a semiconductor device utilizing a laser annealing process**
Publication info: **US6440785 B1** - 2002-08-27

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04481013
LASER TREATMENT

PUB. NO.: 06-124913 [JP 6124913 A]
PUBLISHED: May 06, 1994 (19940506)
INVENTOR(s): YAMAZAKI SHUNPEI
CHIYOU KOUYUU
APPLICANT(s): SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD [470730] (A Japanese
Company
or Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 05-173709 [JP 93173709]
FILED: June 21, 1993 (19930621)
INTL CLASS: [5] H01L-021/268; H01L-021/265; H01S-003/097
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)
JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion
Implantation)
JOURNAL: Section: E, Section No. 1587, Vol. 18, No. 414, Pg. 137,
August 03, 1994 (19940803)

ABSTRACT

PURPOSE: To provide optimum conditions for activating a group IV element film by performing laser annealing.

CONSTITUTION: When a film of silicon, etc., formed on an insulation substrate whose crystallinity is damaged by ion irradiation of high energy is activated by pulse laser such as excimer laser, energy density and the number of shots of laser are set to realize $\log_{10} N \leq -0.02$ (E--350) if energy N(times).

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-124913

(43) 公開日 平成6年(1994)5月6日

(51) Int. Cl. ⁵

識別記号

F I

H01L 21/268

Z 8617-4M

21/265

H01S 3/097

8617-4M

H01L 21/265

B

7454-4M

H01S 3/097

Z

審査請求 未請求 請求項の数15 (全7頁)

(21) 出願番号 特願平5-173709

(22) 出願日 平成5年(1993)6月21日

(31) 優先権主張番号 特願平4-193005

(32) 優先日 平4(1992)6月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平4-252295

(32) 優先日 平4(1992)8月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 張 宏勇

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 レーザー処理方法

(57) 【要約】

【目的】 レーザーアニールによってIV族元素被膜の活性化をおこなうための最適な条件を提供する。

【構成】 絶縁基板上に形成され、高エネルギーのイオン照射によって結晶性の損なわれたシリコン等の被膜をエキシマーレーザー等のパルスレーザーによって活性化する際に、レーザーのエネルギー密度をE [mJ/cm²]、レーザーパルスのショット数をN [回] とすると、

$\log_{10} N \leq -0.02 (E - 350)$

となるように、レーザーのエネルギー密度とショット数を設定する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基板上に、形成されたIV族元素を主成分とし、高エネルギーの不純物イオンを照射された被膜に波長400nm以下、パルス幅50nsec以下のパルス状レーザー光を照射することによって半導体を活性化せしめるレーザーアニール方法において、該被膜上には厚さ3～300nmの酸化珪素を主たる成分とする被膜が形成されていることと、照射されるレーザーのエネルギー密度E[mJ/cm²]と照射パルス数Nの間に、 $\log_{10} N \leq -0.02 (E - 350)$ の関係を有することを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項2】 請求項1において、使用されるレーザー光は、KrF、ArF、XeClもしくはXeFのいずれかのエキシマーレーザーであることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項3】 請求項1において、不純物は燐もしくは硼素のいずれか、あるいは双方であることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項4】 請求項1において、前記IV族元素を主成分とする被膜は、100Å～10000Åの厚さであることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項5】 半導体膜をおおって3～300nmの厚さに透明な膜を形成する工程と、前記透明な膜を通して不純物を前記半導体膜中に導入する工程と、波長400nm以下パルス巾50nsec以下のレーザーパルスを前記透明な膜を通して前記半導体膜に照射する工程とからなるレーザー処理方法において、前記レーザーパルスのエネルギー密度E[mJ/cm²]と照射パルス数Nの間に、 $\log_{10} N \leq -0.02 (E - 350)$ の関係を有することを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項6】 請求項5において、前記レーザーパルスは、KrF、ArF、XeClもしくはXeFのいずれかのエキシマーレーザーパルスであることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項7】 請求項5において、不純物は燐もしくは硼素のいずれか、あるいは双方であることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項8】 請求項5において、前記半導体膜は、100Å～10000Åの厚さであることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項9】 IV族元素からなる膜を覆って3～300nmの厚さに透明な膜を形成する工程と、前記透明な膜を通して前記IV族元素からなる膜中に不純物を導入して、前記IV族元素からなる膜にN型とP型の一方を付与する工程と、前記透明な膜を通してかつマスクを用いて前記IV族元素からなる膜の一部に不純物を導入して前記一部にN型とP型の他方を付与する工程と、波長400nm以下パルス巾50nsec以下のレーザーパルスを前記透明な膜を通して前記IV族元素からなる膜に照射する工程とからなるレーザー処理方法において、前記レー

ザーパルスのエネルギー密度E[mJ/cm²]と照射パルス数Nとの間に、 $\log_{10} N \leq -0.02 (E - 350)$ の関係を有することを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項10】 請求項9において、前記レーザーパルスは、KrF、ArF、XeClもしくはXeFのいずれかのエキシマーレーザーパルスであることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項11】 請求項9において、不純物は燐もしくは硼素のいずれか、あるいは双方であることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項12】 絶縁透明基板上に、形成されたIV族元素を主成分とし、高エネルギーの不純物イオンを照射された被膜に波長400nm以下、パルス幅50nsec以下のパルス状レーザー光を照射することによって半導体を活性化せしめるレーザーアニール方法において、該パルス状レーザー光は前記絶縁透明基板を通して該被膜に照射されることと、照射されるレーザーのエネルギー密度E[mJ/cm²]と照射パルス数Nの間に、 $\log_{10} N \leq -0.02 (E - 350)$ の関係を有することを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項13】 請求項12において、使用されるレーザー光は、KrF、ArF、XeClもしくはXeFのいずれかのエキシマーレーザーであることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項14】 請求項12において、不純物は燐もしくは硼素のいずれか、あるいは双方であることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項15】 請求項12において、前記IV族元素を主成分とする被膜は、100Å～10000Åの厚さであることを特徴とするレーザー処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、信頼性および量産性に優れ、ばらつきが小さく、歩留りの高いレーザーアニール方法に関する。特に、本発明は、イオン照射、イオン注入、イオンドーピング等によってダメージを受け、結晶性が著しく損なわれた被膜のレーザーアニール方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体素子プロセスの低温化に関して盛んに研究が進められている。その理由の1つは、ガラス等の絶縁基板上に半導体素子を形成する必要が生じたからである。レーザーアニール技術は究極の低温プロセスと注目されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来、レーザーアニールの条件等については、各装置や被膜の条件によって異なるものとして、十分な検討がおこなわれなかった。その結果、レーザーアニール技術は非常に

ばらつきが大きくて、到底実用化には到らないというコンセンサスができていた。本発明の目的は、このような従来には認知されていなかった条件を提示し、よって、レーザーアニールによって再現性のよい結果を得ることである。

【 0 0 0 4 】

【課題を解決するための手段】本発明者は、特にイオン照射、イオン注入、イオンドーピング等のダメージによって、被膜がアモルファス、あるいはそれに類した非常に結晶性の悪化した状態で、半導体としても十分な特性の示せないような被膜を活性化せしめる目的でレーザーアニールの条件の最適化を探していたが、その際には、レーザー光のエネルギーの条件ばかりではなく、含まれる不純物やレーザーパルスのショット数によっても最適な条件が変動することを発見した。

【 0 0 0 5 】本発明では、活性化されるべき被膜は主としてシリコン、ゲルマニウム、あるいはシリコンとゲルマニウムの合金や炭化珪素等のIV族の元素から構成される被膜である。これらの被膜は100Å~10000Åの厚さである。これらの被膜をレーザーアニールする際には、透光性を考慮して400nm以下の短い波長のレーザーを使用するとよいことが知られている。

【 0 0 0 6 】例えば、一般にレーザーのエネルギー密度が高ければ活性化が十分におこなわれ、シート抵抗が低下するものと考えられている。しかし、実際には、不純物として隣が含まれている場合には、明らかにそのような傾向が得られたとしても、不純物が硼素の場合には、逆に高エネルギーでは劣化する。また、パルスレーザーによるアニールではパルスのショット数が増加すると、結果のばらつきが少なくなるものと考えられているが、ショット数が多くなると被膜のモフォロジーが悪化し、ミクロなばらつきが増大するという現象も生じることが明らかになった。

【 0 0 0 7 】これは、レーザーの照射を重ねることによって、被膜中に結晶の核が大きく成長するためだと考えられる。その結果、それまでは極めて均質であった被膜中に0.1~1μm程度のサイズで分布が生じるためである。特に、レーザーのエネルギーが大きな領域では顕著であった。

【 0 0 0 8 】また、レーザーアニールの際に被膜が大気中に露出しているのではなく、厚さ3~300nm代表的には10~100nmの透明な被膜によって覆われていることも必要であることを見出した。このような被膜はレーザー光を透過する目的から酸化珪素や窒化珪素が適しているが、通常はこの被膜をゲート酸化膜として用いる必要から酸化珪素を主たる材料とする被膜を用いる。もちろん、可動イオンをパッシベーションする目的からこれにリンや硼素がドーブされていてもよい。もし、IV族被膜がこのような透明な被膜で被覆されていない場合には、先に述べたような不均質性が一段と加速さ

れた。

【 0 0 0 9 】このような条件を満たした上で、さらに平坦な(均質な)被膜を得るには、照射されるレーザー光のエネルギー密度をE[mJ/cm²]、レーザーパルスのショット数をN[回]としたときに、

$$\log_{10} N \leq A(E - B)$$

という関係があることを見出した。このA、Bは被膜に含まれている不純物によって異なるのであるが、不純物が隣の場合には、A=-0.02、B=350であり、不純物が硼素の場合には、A=-0.02、B=300であった。また本発明は、透明な膜の代わりに透明基板を用いてもよい。即ち、この場合のレーザー処理方法は、絶縁透明基板上に、形成されたIV族元素を主成分とし、高エネルギーの不純物イオンを照射された被膜に波長400nm以下、パルス幅50nsec以下のパルス状レーザー光を照射することによって半導体を活性化せしめるレーザーアニール方法において、該パルス状レーザー光は前記絶縁透明基板を通して該被膜に照射されることと、照射されるレーザーのエネルギー密度E[mJ/cm²]と照射パルス数Nの間に、 $\log_{10} N \leq -0.02(E - 350)$ の関係を有することを特徴とするレーザー処理方法である。以下に実施例を示し、より詳細に本発明を説明する。

【 0 0 1 0 】

【実施例】本実施例では、IV族元素からなる膜(半導体膜)中に不純物を導入してN型とP型の一方を付与し、さらにマスクを用いて前記膜の一部に不純物を導入してその部分にN型とP型の他方を付与する。図1には本実施例で使用したレーザーアニール装置の概念図を示す。レーザー光は発振器2で発振され、全反射ミラー5、6を経由して増幅器3で増幅され、さらに全反射ミラー7、8を経由して光学系4に導入される。それまでのレーザー光のビームは3×2cm²程度の長方形であるが、この光学系4によって長さ10~30cm、幅0.1~1cm程度の細長いビームに加工される。この光学系を経たレーザー光のエネルギーは最大で1000mJ/ショットであった。

【 0 0 1 1 】光学系4の内部の光路は5のように示される。光学系4に入射したレーザー光は、シリンドリカル凹レンズA、シリンドリカル凸レンズB、横方向のフライアイレンズC、縦方向のフライアイレンズDを通過する。これらフライアイレンズC、Dを通過することによってレーザー光はそれまでのガウス分布型から矩形分布に変化する。さらに、シリンドリカル凸レンズE、Fを通過してミラーG(図1ではミラー9)を介して、シリンドリカルレンズHによって集束され、試料に照射される。

【 0 0 1 2 】本実施例では、図5の距離X₁、X₂を固定し、仮想焦点I(これはフライアイレンズの曲面の違いによって生ずるようになっている)とミラーGとの距

10

20

30

40

50

離 X_3 、と距離 X_4 、 X_5 とを調節して、倍率 M 、焦点距離 F を調整した。すなわち、これらの間には、
 $M = (X_3 + X_4) / X_5$ 、
 $1/F = 1/(X_3 + X_4) + 1/X_5$ 、
 という関係がある。なお、本実施例では光路全長 X_5 は約1.3mであった。

【0013】このような細長いビームに加工するのは、加工性を向上させるためである。すなわち、短冊状のビームは光学系4を出た後、全反射ミラー9を経て、試料11に照射されるが、試料の幅よりも長いので、結局、試料は1つの方向にのみ移動させてゆけばよい。したがって、試料のステージおよび駆動装置10は構造が簡単で保守も容易である。また、試料をセットする際の位置合わせの操作（アライメント）も容易である。

【0014】これに対して、正方形に近いビームであれば、それだけで基板全面をカバーすることは不可能であるので、試料を縦方向、横方向というように2次元的に移動させなければならない。しかし、その場合にはステージの駆動装置は複雑になり、また、位置合わせも2次元に行わなければならないので難しい。特にアライメントを手動でおこなう場合には、その工程での時間のロスが大きく生産性が低下する。なお、これらの装置は防振台等の安定な架台1上に固定される必要がある。

【0015】試料は、縦100mm、横100～300mmの各種ガラス基板（例えば、コーニング社製7059番ガラス）を使用した。レーザーはKrFレーザー（波長248nm、パルス幅30nsec）を使用した。

【0016】ガラス基板上にプラズマCVD法によってアモルファスシリコン膜（半導体膜）を厚さ100Å～10000Å例えば1000Å（100nm）形成した。これを600℃で48時間アニールして結晶化させた。そして、これを島状にパターニングした。さらに、スパッタ法によって厚さ70nmの酸化珪素膜を形成し、基板全面に燐をドーピングした。このときはいわゆるイオンドーピング法を使用し、プラズマ源はフォスフィン PH_3 を使用した。加速電圧は80kVとした。さらに、基板の一部をマスクして、硼素をイオンドーピング法によって注入した。プラズマ源はジボラン B_2H_6 で、加速電圧は65kVであった。すなわち、マスクされた箇所には燐が注入され、結果としてN型を示し、マスクされなかった箇所には燐と硼素が注入され、結果としてP型を示す。

【0017】そして、様々なエネルギー密度、ショット数のレーザーを照射し、レーザー活性化をおこない、シート抵抗を測定して、モフォロジーを光学顕微鏡によって観察した。図2～図4にその結果を示す。

【0018】図2は燐イオンを注入したシリコン膜のシート抵抗とレーザー光のエネルギー密度、およびショット数の関係を示す。燐のドーピング量は $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ で

ある。レーザーのエネルギー密度が 200 mJ/cm^2 以下では、活性化のために多くのショット数を要し、それでもなお $10 \text{ k}\Omega/\square$ 程度の高いシート抵抗しか得られなかったが、 200 mJ/cm^2 以上では、1～10ショットのレーザー照射で十分な活性化がおこなえた。

【0019】図3は硼素イオン（ $4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ ）を注入したシリコン膜（半導体膜）のレーザー活性化を示す。やはり、 200 mJ/cm^2 以下のエネルギー密度では活性化は不十分で多くのショット数が必要であった。一方、 $200 \sim 300 \text{ mJ/cm}^2$ の範囲では、十分に低いシート抵抗が1～10ショットで得られたが、 300 mJ/cm^2 以上のレーザー照射では、かえってシート抵抗が高くなってしまった。特に 200 mJ/cm^2 以下の場合とは逆に、ショット数が多いほどシート抵抗が大きくなったが、これは、多数のレーザー照射によって、被膜の均一性が悪化し、結晶の粒界が成長したためである。

【0020】実際のプロセスでは、レーザーアニールは、P型領域のN型領域も同時におこなう。したがって、レーザーのエネルギー密度を 350 mJ/cm^2 に設定したら、N型領域は十分に活性化されるが、P型領域は特性がかえって悪化してしまう。このため、本実施例の条件では、エネルギー密度は $200 \sim 300 \text{ mJ/cm}^2$ の範囲、特に $250 \sim 300 \text{ mJ/cm}^2$ の範囲が好ましかった。パルス数は1～100パルスが良い。

【0021】さて、レーザーアニールによって被膜のモフォロジーに変化が生じることは先に述べた通りであるが、実際にショット数とエネルギー密度とモフォロジーを検討すると、図4のような結果が得られた。ここで、Annealing Pulseとは、レーザーのショット数を意味している。図の黒丸は燐ドーピングシリコンに於ける表面モフォロジーに変化が現れる点を、白丸は硼素ドーピングシリコンに於ける変化点をそれぞれ示している。図において右上の領域は膜表面のモフォロジーの悪い（粗い）状態を示し、左下はモフォロジーの良好な（平坦な）状態を示す。燐ドーピングシリコンの方がレーザーに対して抵抗力が強いことがわかる。この結果から、表面モフォロジーを変化させないようにレーザーアニールをおこなうための条件は、照射されるレーザー光のエネルギー密度を $E [\text{mJ/cm}^2]$ 、レーザーパルスのショット数を N 〔回〕としたときに、

$$\log_{10} N \leq A(E - B)$$

とであり、不純物が燐の場合には、 $A = -0.02$ 、 $B = 350$ であり、不純物が硼素の場合には、 $A = -0.02$ 、 $B = 300$ であることが導かれた。

【0022】モフォロジーが荒れた場合には、部分によってシリコンの特性が著しく悪化するため、ばらつきが著しく大きくなる。実際にモフォロジーの悪い（表面の粗い）シリコン膜ではシート抵抗のばらつきは20%以上であった。ばらつきを下げるためには上記の条件を満

たし、かつ、適正なレーザーエネルギー密度を設定しなければならない。

【0023】例えば、レーザーエネルギー密度を 250 mJ/cm^2 とした場合には、レーザーのショット数は10回以下が望ましい。また、レーザーエネルギー密度を 280 mJ/cm^2 とした場合には、レーザーのショット数は1～3回が望ましい。このような条件でレーザーアニールをおこなったときには、シート抵抗のばらつきを10%以下におさえることができた。

【0024】

【発明の効果】本発明によって最適なレーザーアニールをおこない、よって、ばらつきが少なく信頼性の高い半導体膜を得ることができた。このように本発明は工業上、有益なものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例で使用したレーザーアニール装置の概念図を示す。

【図2】実施例で得られたレーザーアニールされたシリ

コン膜（燐ドーパ、N型）のシート抵抗、レーザーエネルギー密度とショット数の関係を示す。

【図3】実施例で得られたレーザーアニールされたシリコン膜（燐&硼素ドーパ、P型）のシート抵抗、レーザーエネルギー密度とショット数の関係を示す。

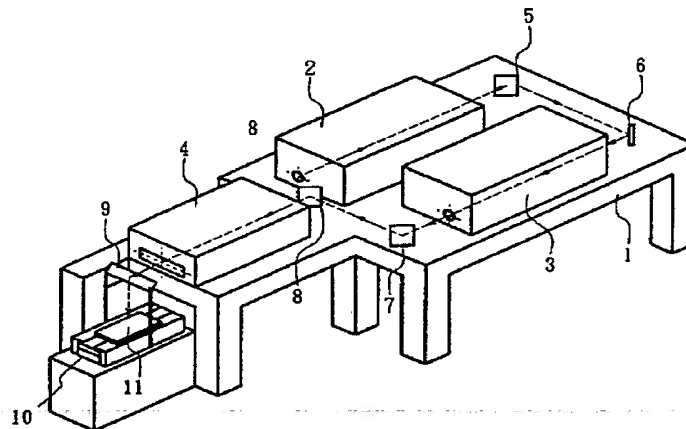
【図4】実施例で得られたシリコン膜のモフォロジーとレーザーエネルギー密度、ショット数の関係を示す。

【図5】実施例で使用したレーザーアニール装置の光学系の概念図を示す。

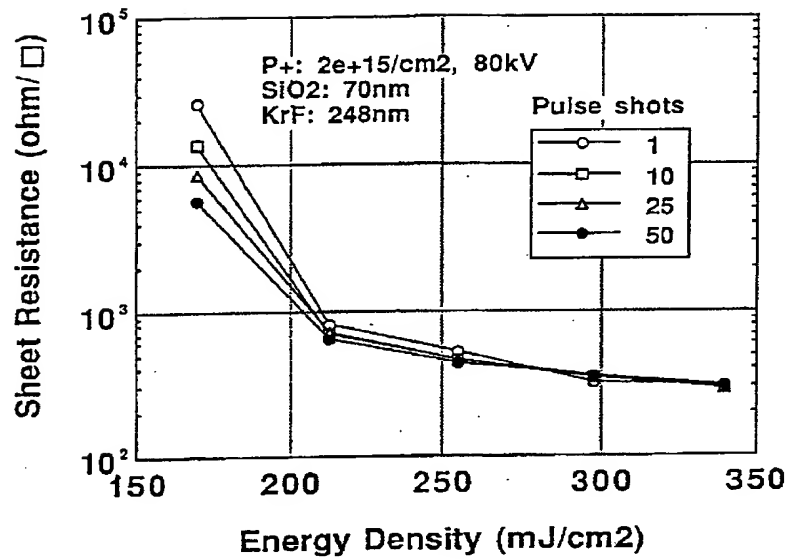
10 【符号の説明】

1	光学架台
2	レーザー装置（発振段）
3	レーザー装置（増幅段）
4	ビーム成形光学系
5～9	全反射ミラー
10	試料ステージおよび駆動機構
11	試料（ガラス基板）

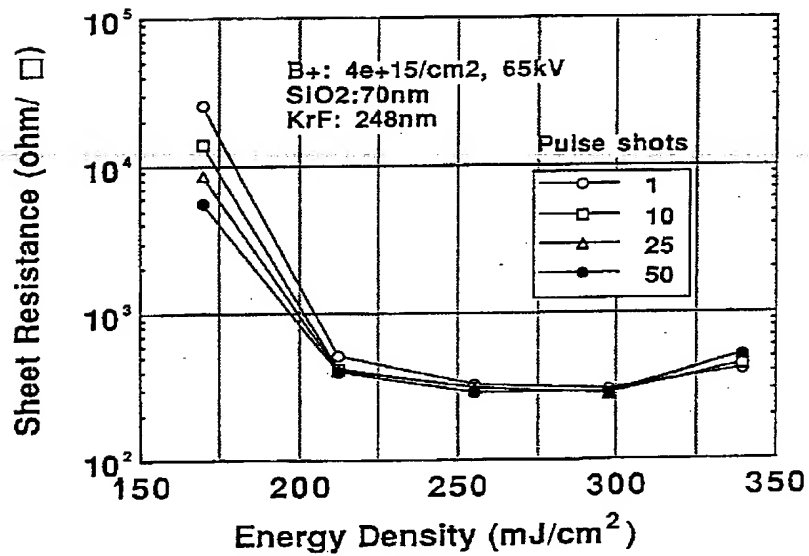
【図1】



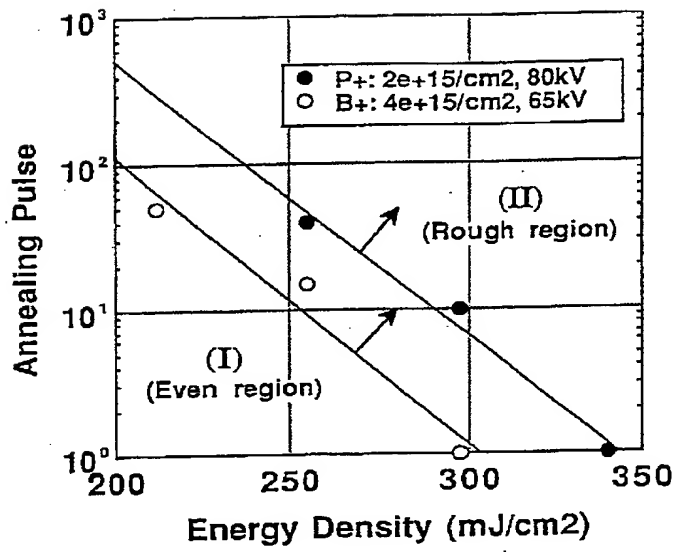
【図 2】



【図 3】



【図4】



【図5】

